

PATENT
81788.0248

Express Mail Label No. EV 325 216 584 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Yukio WATANABE

Serial No: Not assigned

Filed: June 20, 2003

For: SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT
AND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

Art Unit: Not assigned

Examiner: Not assigned

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

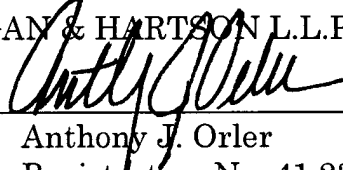
Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2002-186012 which was filed June 26, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By: 
Anthony J. Orler
Registration No. 41,232
Attorney for Applicant(s)

Date: June 20, 2003

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-186012

[ST.10/C]:

[JP2002-186012]

出 願 人

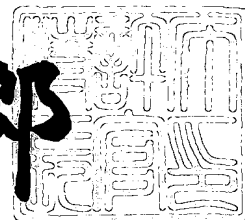
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 3月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3021509

【書類名】 特許願

【整理番号】 13561101

【提出日】 平成14年 6月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明の名称】 半導体発光素子

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 渡 辺 幸 雄

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに向かい合う第 1 の表面と第 2 の表面を有する導電性透明基板と、
前記基板の前記第 1 の表面の一部に設けられた発光層と、
前記発光層に設けられた第 1 の電極と、
前記基板の前記第 2 の表面に設けられた第 2 の電極であって、前記第 1 の電極と向かい合う位置に対してずらした位置に設けられている第 2 の電極と、
前記基板の前記第 2 の表面から前記第 1 の表面に向けて形成された溝であって、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを結ぶ間の位置に設けられた溝と、
を備えることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】

前記溝は、前記発光層からの光を前記基板の外部に通過させる通過面部分と、前記通過面部分を通過した光を前記第 2 の表面方向に向けて反射させてこの光を外部に射出する反射面部分とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 3】

前記溝は、くさび形を有していることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】

前記発光層の外表面のうちの少なくとも側面が、絶縁性物質で覆われていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 5】

前記発光層の前記導電性透明基板と反対側の面上および側面上と、前記導電性透明基板の前記第 1 の表面上とに、絶縁膜が形成されていることを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の半導体発光素子。

【請求項 6】

前記発光層は、前記導電性透明基板の前記第 1 の表面に形成されたバッファ層

を介して形成されていることを特徴とする、請求項 5 に記載の半導体発光素子。

【請求項 7】

前記絶縁膜は前記発光層からの光に対して透明であり、この発光層からの光の中心発光波長を λ とし、この絶縁膜の屈折率を n としたとき、この絶縁膜の厚さを、 $\lambda / 4 n$ の奇数倍の厚さとしたことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 9 は、従来の半導体発光素子の一例を示す。この半導体発光素子は、特開平 3-35568 号公報に記載されたものである。これは、オーミック電極 34、35 間に、発光波長に対して透明な接着基板 31、発光ダイオード層 32、シリカ層 33 を挟んだ構成を有する。この半導体発光素子の製造方法について簡単に説明すると以下の通りである。

【0003】

まず、図示しない不透明な基板上に発光ダイオード層 32 を成長させる。基板上の発光ダイオード層 32 に、発光ダイオード層 32 において発せられた光の波長に対して透明な接着基板 31 を接着する。この後、上記図示しない不透明基板を除去することによって、接着基板 31 上に発光ダイオード層 32 が形成された中間半導体装置を得る。次に、図 9 から分かるように、発光ダイオード層 32 の中心部に電流を集中させるためのシリカ層 33 を発光ダイオード層 32 上に形成する。次に、図 9 から分かるように、透明基板 31 上に、通電用のオーミック電極 34 を形成し、さらに、発光ダイオード層 32 及びシリカ層 33 上にも、通電用のオーミック電極 35 を形成する。そして、ダイシングその他の工程を経て、最終的に、図 9 に示されるような擬似半球状の形状を有する半導体発光素子とする。

【 0 0 0 4 】

図 1 0 は、従来の別の半導体発光素子を示す。この半導体発光素子は、特開平 4 - 9 6 3 8 1 号公報に記載されたものである。図 1 0 に示すように、AlGaAs 厚膜基板 3 7、p-AlGaAs クラッド層 3 8、AlGaAs 活性層 3 9、n-AlGaAs クラッド層 4 0 を有する。また、この半導体発光素子は、半導体多層反射膜 4 1、キャップ層 4 2、Zn 拡散部 4 3、p 電極 4 4、n 電極 4 5 を有する。

【 0 0 0 5 】

図 1 0 から分かるように、この半導体発光素子においては、AlGaAs 活性層 3 9 において発せられた光を効率よく取り出すべく、半球状のドームの中心部において発光が起こるようになっている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図 9 に示される半導体発光素子においては、発光ダイオード層 3 2 において発せられた光が、光の取り出し側に設けられているオーミック電極 3 4 により遮られるために、発光を効率よく取り出すことができなかった。

【 0 0 0 7 】

一方、図 1 0 に示される半導体発光素子の製造工程においては、図 1 0 から分かるように、p 電極 4 4 及び n 電極 4 5 の間を分離するための溝を形成する必要がある。また、図 1 0 から分かるように、p 電極 4 4 と n 電極 4 5 の両電極を同一面上に形成するために、Zn 拡散等のプロセスが必要とされていた。また、この半導体発光素子のマウントに当たっては、マウント時に、マウント材としてのバンプ半田の広がりによって、p 電極 4 4 及び n 電極 4 5 間が短絡するのを防ぐため、両電極を、マウント用のステムに形成された電極に対して正確に位置決めする必要がある。さらに、図 1 0 に示される半導体発光素子においては、ドームの中心部における発光部に対して横側から電流が注入されるので、発光強度が部分的に偏って、全面的に均一に光らせることができないという問題があった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高効率で発光を取り出すことができるとともに均一に発光可能な半導体発光素子を簡単に製造できるものとして提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体発光素子は、互いに向かい合う第1の表面と第2の表面を有する導電性透明基板と、前記基板の前記第1の表面の一部に設けられた発光層と、前記発光層に設けられた第1の電極と、前記基板の前記第2の表面に設けられた第2の電極であって、前記第1の電極と向かい合う位置に対してずらした位置に設けられている第2の電極と、前記基板の前記第2の表面から前記第1の表面に向けて形成された溝であって、前記第1の電極と前記第2の電極とを結ぶ間の位置に設けられた溝と、を備えるものとして構成される。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1(a)は、本発明の実施形態としての半導体発光素子1を示す断面図である。図1(b)は、半導体発光素子1における半導体エピ層4を具体的に示す断面図である。

【0011】

図1(a)から分かるように、半導体発光素子1は、上部電極としてのp電極6から、下部電極としてのn電極5に電流を流すことによって、発光層14(図1(b)参照)が発した光を、p-GaP透明基板2の上面から外部に効率よく取り出そうとするものである。

【0012】

まず、半導体発光素子1の構造について説明する。

【0013】

図1(a)に示すように、発光層14からの光の波長に対して透明なp-GaP透明基板2は、光の取り出し側となるものである。このp-GaP透明基板2の図中下側に、バッファ層としての高濃度p-GaP層3が形成されている。高濃度p-GaP層3の下側の一部分に、発光層14を含む半導体エピ層4が接着

状態に形成されている。半導体エピ層 4 の構造について詳しく述べると以下の通りである。

【0014】

即ち、図 1 (b) に示すように、n 電極 5 (図 1 (a) 参照) とのコンタクト層としての n-GaAs コンタクト層 7 が設けられている。n-GaAs コンタクト層 7 上に、InAlP 層と GaAlAs 層とを交互に配置して形成した InAlP/GaAlAs 光反射層 8 が設けられている。InAlP/GaAlAs 光反射層 8 は、発光層 14 から図中下方向に発せられた光を、光の取り出し側としての図中上方に反射させるためのものである。InAlP/GaAlAs 光反射層 8 上には、 $n\text{-In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ クラッド層 9、InGaAlP-MQW 活性層 10 (発光層本体) 及び $p\text{-In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ クラッド層 11 からなる発光層 14 が形成されている。 $p\text{-In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ クラッド層 11 上には、 $p\text{-In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ クラッド層 11 への電流を図中横方向 (左右) に拡散した状態で発光層 14 に供給するための $p\text{-InGaAlP}$ 電流拡散層 12 が形成されている。 $p\text{-InGaAlP}$ 電流拡散層 12 上には、高濃度 $p\text{-GaP}$ 層 3 (図 1 (a) 参照) との接着層としての $p\text{-InGaP}$ ウェハ接着層 13 が形成されている。

【0015】

次に、図 1 (a) に示すように、 $p\text{-GaP}$ 透明基板 2 の図中左上部にはオーミック電極としての p 電極 6 が形成されている。また、 $p\text{-GaP}$ 透明基板 2 の図中右下側に設けられている半導体エピ層 4 上にもオーミック電極としての n 電極 5 が同様に形成されている。つまり、p 電極 6 及び n 電極 5 は、発光層 14 及び $p\text{-GaP}$ 透明基板 2 を挟んで互いに斜めに向かい合う位置関係に設けられている。

【0016】

次に、図 1 (a) から分かるように、発光層 14 (図 1 (b) 参照) に電流を図中横方向に広く注入して、発光層 14 の発光が広く均一に起こるようにするために、紙面と平行な方向に沿って素子 1 (ワンチップ) を平面的に見たときにおける p 電極 6 と n 電極 5 との距離をできるだけ長くとってある。

【 0 0 1 7 】

さて、図 1 (a) に示すように、p-GaP 透明基板 2 の上側外表面には、その外表面から内部へ向けて、第 1 の面 8 a (1) 及び第 2 の面 8 a (2) の 2 つの面から作られるくさび状 (V 字状) の溝 8 a が設けられている。具体的には、図 1 (a) から分かるように、p-GaP 透明基板 2 を紙面と平行な方向に沿って平面的に見たときに、p 電極 6 と n 電極 5 (発光層 1 4 (図 1 (b) 参照)) との間の位置に 8 a (1) 及び 8 a (2) が設けられている。2 つの電極 6、5 はこの溝 8 a によって光学的に分離される。一般に、p 電極 6 の下面に入り込んだ光は、p 電極 6 の下面において反射し、その一部は、反射を繰り返すなどして次第に衰えてしまい、効率よく取り出すことができない。そこで、p 電極 6 の下面方向への光を、効率よく取り出すべく、くさび形 (V 字形) の溝 8 a を設けた。より詳しくは以下の通りである。

【 0 0 1 8 】

図 2 (a) は、溝 8 a の構造を具体的に示す。まず、図 2 (a) に示すように、第 1 の面 8 a (1) を、発光層 1 4 からの光が全反射するのを防ぐべく、中心軸 CA 1 に対して傾けている。具体的には、第 1 の面 8 a (1) は中心軸 CA 1 に対して略 30° 傾けられている。また、第 2 の面 8 a (2) も、第 1 の面 8 a (1) から射出して第 2 の面 8 a (2) の外表面へ入射した光を図中上方へ反射させるべく、第 1 の面 8 a (1) と逆向きに、中心軸 CA 1 に対して略 30° 傾けている。つまり、第 2 の面 8 a (2) は、第 1 の面 8 a (1) から射出した光が、再び半導体発光素子 1 の内部に、特に p 電極 6 の下面に入り込むのを防ぐようになっている。さらに、図 2 (a) に示すように、溝 8 a をできるだけ深くすることで、可及的に多くの光を外部に出させて、光の取り出し効率の向上を図るようになっている。つまり、溝 8 a を深くして、第 1 の面 8 a (1) と第 2 の面 8 a (2) とが交わる稜線部分 P における透明基板 2 の厚さ D 1 が薄くなるようにしている。つまり、溝 8 a によって、p 電極 6 及び n 電極 5 (発光層 1 4) 間は光学的に分離されているといえる。

【 0 0 1 9 】

なお、図 2 (a) に示すように、斜面 8 b は、発光層 1 4 からの光が全反射を

することなく外部に射出するようにするため、中心軸 C A 2 に対して略 3 0 ° 傾けたものとして構成されている。

【 0 0 2 0 】

次に、図 2 (a) に示すように、第 2 の面 8 a (1) の表面には、発光層 1 4 からの光がここで反射するのを確実に防ぐための反射防止膜としての酸化物（絶縁酸化物） 7 a が形成されている。同様の理由で、第 1 の面 8 a (2)、斜面 8 b、図中第 2 の面 8 a (1) と斜面 8 b との間における導電性透明基板 2 の表面、にも酸化物 7 a が形成されている。また、後述から分かるように、ボンディング（マウント）時に用いられるペースト 1 6 a によって、例えば半導体エピ層 4 を構成する p 層、n 層の p n 接合部が短絡するのを防ぐための酸化物（絶縁膜） 7 b が、半導体発光素子 1 の下面及び側面において形成されている。具体的には、図 2 (a) に示すように、半導体エピ層 4、高濃度 p - G a P 層 3 及び p - G a P 透明基板 2 の、下面及び側面に酸化物 7 b が形成されている。n 電極 5 の下面には酸化物 7 b は形成されていないのは当然である。酸化物 7 a 及び酸化物 7 b は、光の波長に対して透明な、S i O₂あるいは A l₂O₃ などにより構成されている。これら酸化物 7 a 及び酸化物 7 b の厚さは、発光に対する透過率を高めるべく、光の波長 λ 、酸化物 7 a の屈折率 n に対して、 $\lambda / 4 n$ の奇数倍の厚さを有するものとして構成されている。ここで、図 2 (a) から分かるように、第 1 の面 8 a (1) から射出されて、第 2 の面 8 a (2) へ入射する光を、第 2 の面 8 a (2) で効率よく反射させるために、電極材等による反射性物質を、さらに第 2 の面 8 a (2) に酸化物 7 a 上に形成してもよい。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、上述の半導体発光素子 1 を反射板にマウントした状態の装置を示す。

【 0 0 2 2 】

図 3 に示すように、半導体発光素子 1 は、半導体エピ層 4 における発光層 1 4 から図中横方向に射出された光を有効利用すべく、この横方向の光を半導体発光素子 1 の図中上方向に反射させるための反射板 1 5 にマウントされている。より詳しくは、半導体発光素子 1 は、下部電極としての n 電極 5 において、銀などによるペースト 1 6 a によって反射板 1 5 上にマウントされている。また、半導体

発光素子 1 は、上部電極としての p 電極 6 に、電源（図示せず）につながる配線 1 7 が、ペースト 1 6 b によってボンディングされている。

【 0 0 2 3 】

このように半導体発光素子 1 がマウントされた装置において、図 3 に示すように、電源（図示せず）からの電流 I を p 電極 6 から n 電極 5 へ流すと、発光層 1 4（図 1（b）参照）が発光する。光は、図 3 に示すように、例えば光 L 1 ～ L 4 として取り出される。

【 0 0 2 4 】

即ち、光 L 1 は、発光層 1 4 の図中上方から、光 L 2 は、斜面 8 b から取り出される。また、光 L 3 は、発光層 1 4（図 1（b）参照）の横方向に射出された後、反射板 1 5 にて反射して、半導体発光素子 1 の図中上方へ取り出される。p 電極 6 の下面方向に向かう光 L 4 は、上記したように、第 1 の面 8 a（1）及び酸化膜 7 a を通過した後、向かい側の第 2 の面 8 a（2）の表面上の酸化膜 7 a あるいは第 1 の面 8 a（1）で反射して、半導体発光素子 1 の外部上方へ取り出される。つまり、発光層 1 4 から p 電極 6 へ向かう光 L 4 は、p 電極 6 で遮られることなく、外部に取り出される。なお、発光層 1 4 から、図中下方へ射出された光（図示せず）の一部は、酸化膜 7 b を透過し、ペースト 1 6 a にて反射して、図中上方に向かう。そして、再び半導体発光素子 1 の内部を通過して、半導体発光素子 1 の図中上方から外部に取り出される。

【 0 0 2 5 】

上記した例では、溝 8 a を V 字状としたが、この形に代えて、例えば、図 2（b）に示すように、図 1 に示される第 1 の面 8 a（1）及び第 2 の面 8 a（2）をそれぞれ湾曲した面 8 c（1）及び面 8 c（2）から構成される形としてもよい。なお、図 2（b）において、図 2（a）に示されるのと同部分については同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 2 6 】

図 4 ～図 8 は、上述の半導体発光素子 1 の製造工程を示す製造工程断面図である。

【 0 0 2 7 】

以下、図4～図8に基づいて、半導体発光素子1の製造方法について説明する。

【0028】

まず、図4（a）に示すように、 $250\mu\text{m}$ 厚の n-GaAs 基板20上に $0.5\mu\text{m}$ の厚さの n-GaAs バッファ層21を成長させる（以上がダミー基板となる）。この後、 $0.2\mu\text{m}$ 厚の InGaP エッチングストップ層23、 $0.1\mu\text{m}$ 厚の n-GaAs 層コンタクト層7、 $0.7\mu\text{m}$ 厚の InAlP/GaAlAs 光反射層8、 $1.0\mu\text{m}$ 厚の $\text{n-In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ クラッド層9、 $1.0\mu\text{m}$ 厚の InGaAlP-MQW 活性層10、 $1.0\mu\text{m}$ 厚の $\text{p-In}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{P}$ クラッド層11、 $1.5\mu\text{m}$ 厚の p-InGaAlP 電流拡散層12、 $0.05\mu\text{m}$ 厚の p-InGaP ウェハー接着層13を順次成長させる。これを第1の中間半導体装置と呼ぶ。

【0029】

一方、図4（b）に示すように、 p-GaP 透明基板2（略 $250\mu\text{m}$ 厚）上に、高濃度 p-GaP 層3を $0.2\mu\text{m}$ エピタキシャル成長させたものを用意する。これを第2の中間半導体装置と呼ぶ。

【0030】

次に、図4（a）に示される第1の中間半導体装置と、図4（b）に示される第2の中間半導体装置とをそれぞれ水洗して乾燥する。この後、図4（c）から分かるように、水洗い及び乾燥された第1の中間半導体装置の p-InGaP ウェハー接着層13と、水洗い及び乾燥された第2の中間半導体装置の高濃度 p-GaP 層3とを重ね合わせる。この状態で第1、第2の中間半導体装置を、あまり高くない温度、例えば 400°C にて熱処理することにより、第1の中間半導体装置と第2の中間半導体装置とを仮接着する。

【0031】

次に、図4（c）に示す仮接着した第1、第2の中間半導体装置をアンモニア系のエッチング液でエッチングすることにより、図5（a）から分かるように、 n-GaAs 基板20と n-GaAs バッファ層21とからなるダミー基板を、 InGaP エッチングストップ層23の手前まで選択的に除去する。

【 0 0 3 2 】

次に、図 5 (b) に示すように、InGaP エッチングストップ層 23 を塩酸系のエッチング液を用いて除去する。続いて、770℃ 程度までに加熱して熱処理し、p-InGaP ウェハー接着層 13 と高濃度 p-GaP 層 3 との上記仮接着をより強固な接着状態にする。このときの中間半導体装置を図 6 (a) に示す。但し、図 6 (a) に示される中間半導体装置は、より実際のものに沿わせるべく、図 4 及び図 5 に示される中間半導体装置における縦横の比率を変えて、縦方向の長さ（厚さ）を短くしたものとして示したものである。また、図 6 (a) に示すように、このときの中間半導体装置の厚さ W は $250\text{ }\mu\text{m}$ である。

【 0 0 3 3 】

次に、図 6 (b) に示すように、半導体エピ層 4 をフォトリソグラフィー技術を用いて所定のパターンに形成する。そして、このパターンニングされた半導体エピ層 4 上に、通電用のオーミック電極（n 電極）5 をフォトリソグラフィー技術を用いて形成する。また、p-GaP 透明基板 2 の上側外表面にも、通電用のオーミック電極（p 電極）6 をフォトリソグラフィー技術を用いて形成する。

【 0 0 3 4 】

次に、図 6 (c) に示すように、 60° の角度を有する V 字状（くさび形状）のダイシングソーを用いて、p-GaP 透明基板 2 の上側外表面をカッティングし、V 字形の溝部を形成する。V 字形の溝部の表面における破碎層（図示せず）を、塩酸系のエッチング液によって取り除く。この後、さらに、光の取り出し効率を高めるために、このエッチング液と同様の塩酸系のエッチング液を用いて、上記 V 字形の溝部にフロスト処理を行う。これらによって、図 6 (c) に示すように、溝 8 a が形成される。図 6 (c) に示すように、溝 8 a の深さ A は $200\text{ }\mu\text{m}$ であり、溝 8 a により形成される開口部の幅 B は $230\text{ }\mu\text{m}$ である。溝 8 a の稜線部の左右の幅 B1 はそれぞれ $115\text{ }\mu\text{m}$ である。その他、図 6 (c) から分かるように、幅 C は $50\text{ }\mu\text{m}$ 、幅 D は $50\text{ }\mu\text{m}$ である。なお、溝 8 a は、図 6 (c) に示される紙面に垂直な方向のみならず、紙面に沿った方向（図 7 (b) - 2 参照）においても形成される。

【 0 0 3 5 】

次に、図 6 (d) に示すように、半導体エピ層 4、高濃度 p-GaP 層 3、p-GaP 透明基板 2 を、フォトリソグラフィ技術を用いてエッチングして、溝 2 5 及び溝 2 6 を形成する。

【 0 0 3 6 】

次に、図 7 (a) に示すように、半導体エピ層 4、高濃度 p-GaP 層 3、p-GaP 透明基板 2 の図中下面及び側面に、酢酸及び酸等を含む溶液を用いて、二酸化珪素 (SiO_2) 等からなる酸化物 7 b を形成する。このとき、図 7 (a) から分かるように、n 電極部 5 の下面には、酸化物 7 b を形成しない。また、同様にして、図 7 (a) に示すように、溝 8 a、斜面 8 b 等の表面にも、酸化物 (絶縁膜) 7 a を形成する。

【 0 0 3 7 】

次に、図 7 (b) - 1 及び図 7 (b) - 2 に示すように、図 7 (a) に示される中間半導体装置を、ばらばらになるのを防ぐための粘着シート上において、A-A 線に沿ってカットする。図 7 (b) - 2 に示すように、このときのカット幅 E は $495\mu\text{m}$ であり、p 電極 6 の幅 F は $100\mu\text{m}$ である。ここに、図 7 (b) - 2 は、図 7 (b) - 1 に示される中間半導体装置の平面図である。次いで、図 7 (b) - 2 に示すように、A-A 線に沿ってカットされた中間半導体装置を、さらに、B-B 線に沿ってカットして複数のチップ (半導体発光素子) とする。このときのカット幅 G は、図 7 (b) - 2 に示すように、 $330\mu\text{m}$ である。この状態では、複数のチップはシート上に保持され、ばらばらにはならない。

【 0 0 3 8 】

最後に、図 8 (b) - 1 及び図 8 (b) - 2 から分かるように、この中間半導体装置が搭載されたシートを引き延ばして、カットにより形成された複数の半導体素子の間隔をあけた後、粘着シートから取り外す。

【 0 0 3 9 】

以上のように、本発明の実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

p-GaP 透明基板に V 字状の溝を形成して、この V 字状の溝によって、これ

を挟んで形成される光路を光学的に図中左右に分離したので、溝の右側における発光層から射出された光が、溝の左側における p 電極の下面方向へ入り込むのを防いで、この光を素子の外部に効率よく取り出すことができる。即ち、p 電極の下面方向への光を、V 字状の溝の一方の面から一旦空気中に射出させるとともに、V 字状の溝の他方の面にて図中上方に反射させて、素子の外部に取り出すことができる。つまり、発光層からの光を効率よく利用することができる。また、この V 字状の溝の上記他方の面に反射物質を設けて、この面の反射能力を高めたので、上記光をより一層効率よく取り出すことができる。

【 0 0 4 1 】

また、本発明の実施形態において、p 電極と n 電極の 2 つの電極を、同一面に設けず、発光層を挟んで互いに対する位置関係に設けた形態を採用したので、図 1 0 に示した従来技術のように、素子分離のための溝を形成したり、電極形成のための Zn 拡散を行ったり、マウントのための正確な位置合わせをしたりする必要もないのは当然である。

【 0 0 4 2 】

また、本発明の実施形態において、上部電極としての p 電極 6 と、下部電極としての n 電極 5 との距離が、1 つのチップにおいてできるだけ離れるようにすれば、発光層の光強度を平面的に可及的に均一にすることができる。つまり、p-I n G a A l P 電流拡散層の光拡散の効果をより確実なものとすることができる。

【 0 0 4 3 】

また、本発明の実施形態によれば、半導体エピ層の側面を酸化物で覆うようにしたので、当該素子を反射板上等にマウントしたもののにおいて、半導体エピ層の側面において、活性層（発光層本体）を挟む p 層と n 層とが、ダイマウント材により短絡しないようにして、素子を確実に動作させることができる。

【 0 0 4 4 】

また、本発明の実施形態においては、素子の図中下面（半導体エピ層における n 電極で覆われた部分以外の部分と、バッファ層としての p-G a A s 層の外表面）に酸化物を形成している。そして、この膜厚を、光の発光波長 λ 、酸化物の屈折率 n に対して、 $\lambda / 4 n$ の奇数倍の厚さを有するものとしたので、素子の下

面方向への光を、上記酸化物にて効率よく透過させたあと、ダイマウント材にて反射させて、素子の上面方向から取り出すことができる。

【 0 0 4 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、発光層で発せられた光のうち、導電性透明基板を通して反対側の電極へ向かう光を、導電性透明基板の表面に形成した溝によって最終的に外部に取り出せるようにしたので、導電性の透明基板から直接外部に射出する光と協働させて、発光層から射出される光を効率よく外部に取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1（a）は、本発明の実施形態としての半導体発光素子を示す断面図である。

図 1（b）は、半導体発光素子における半導体エピ層を具体的に示す断面図である。

【図 2】

図 2（a）は、図 1 に示される半導体発光素子に設けられた溝の構造を具体的に示す。

図 2（b）は、図 2（a）に示される溝の変形例を示す。

【図 3】

図 3 は、図 1 に示される半導体発光素子がマウントされた装置を示す。

【図 4】

図 4 は、図 1 に示される半導体発光素子の製造工程を示す製造工程断面図である。

【図 5】

図 5 は、図 1 に示される半導体発光素子の製造工程を示す製造工程断面図である。

【図 6】

図 6 は、図 1 に示される半導体発光素子の製造工程を示す製造工程断面図である。

【図 7】

図 7 は、図 1 に示される半導体発光素子の製造工程を示す製造工程断面図である。

【図 8】

図 8 は、図 1 に示される半導体発光素子の製造工程を示す製造工程断面図である。

【図 9】

図 9 は、従来の半導体発光素子を示す断面図である。

【図 1 0】

図 1 0 は、従来の別の半導体発光素子を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 半導体発光素子
- 2 p-GaP 透明基板（導電性透明基板）
- 3 高濃度 p-GaP 層（バッファ層）
- 4 半導体エピ層
- 5 n 電極（第 1 の電極）
- 6 p 電極（第 2 の電極）
- 7 n-GaAs コンタクト層
- 7 a、7 b 酸化物（絶縁性物質）
- 8 InAlP/GaAlAs 光反射層 8
- 8 a 溝
- 8 a (1) 第 1 の面（通過面部分）
- 8 a (2) 第 2 の面（反射面部分）
- 8 b 斜面
- 9 n-In_{0.5}Al_{0.5}P クラッド層
- 1 0 InGaAlP-MQW 活性層（発光層本体）
- 1 1 p-In_{0.5}Al_{0.5}P クラッド層
- 1 2 p-InGaAlP 電流拡散層
- 1 3 p-InGaP ウェハー接着層

1 4 発光層

1 5 反射板

1 6 a、1 6 b ペースト

1 7 配線

2 0 n-G a A s 基板

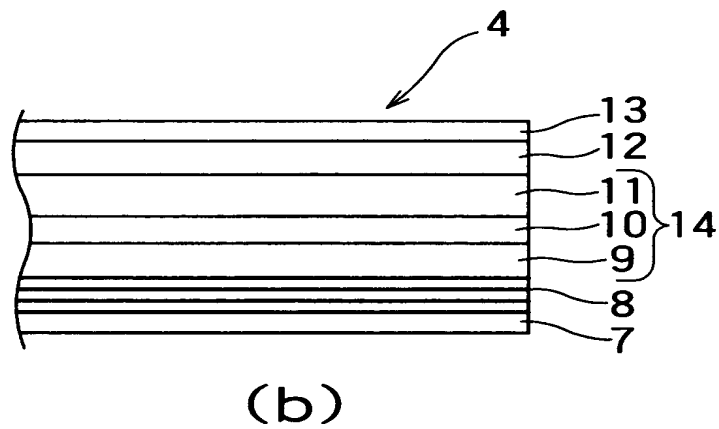
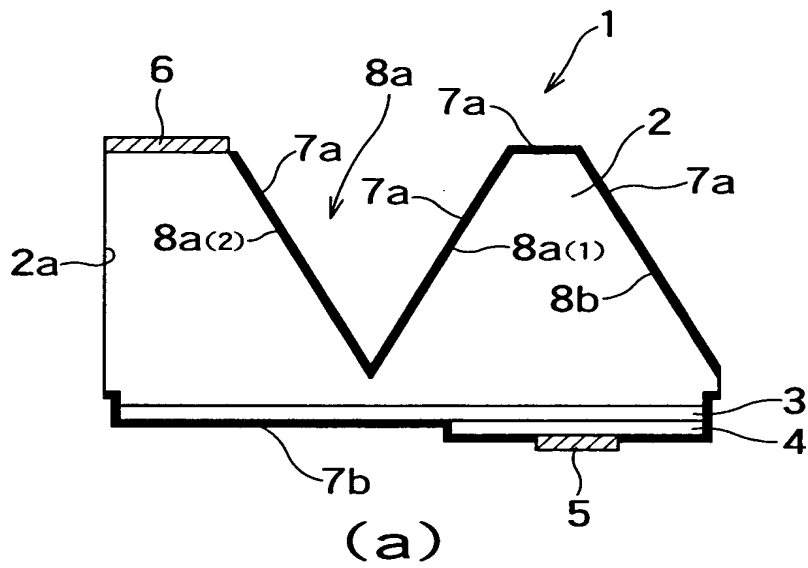
2 1 n-G a A s バッファ層

2 3 I n G a P エッチングストップ層

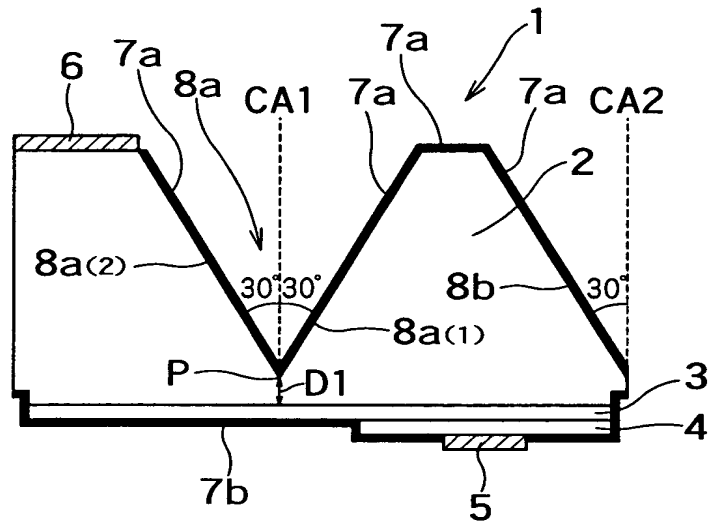
2 5、2 6 溝

【書類名】 図面

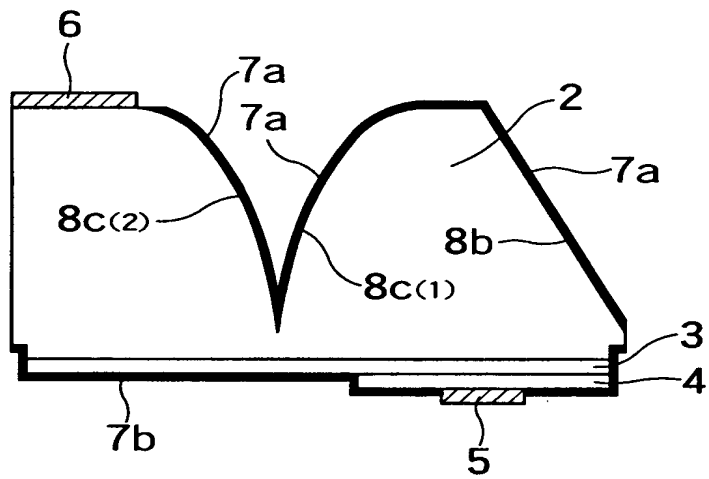
【図 1】



【図 2】

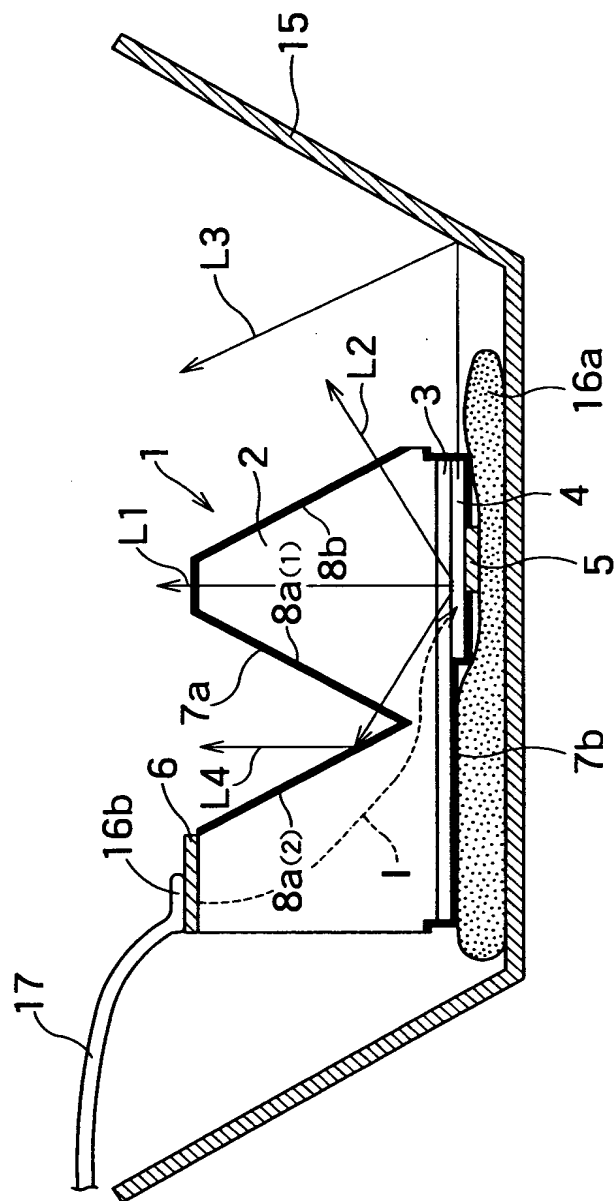


(a)

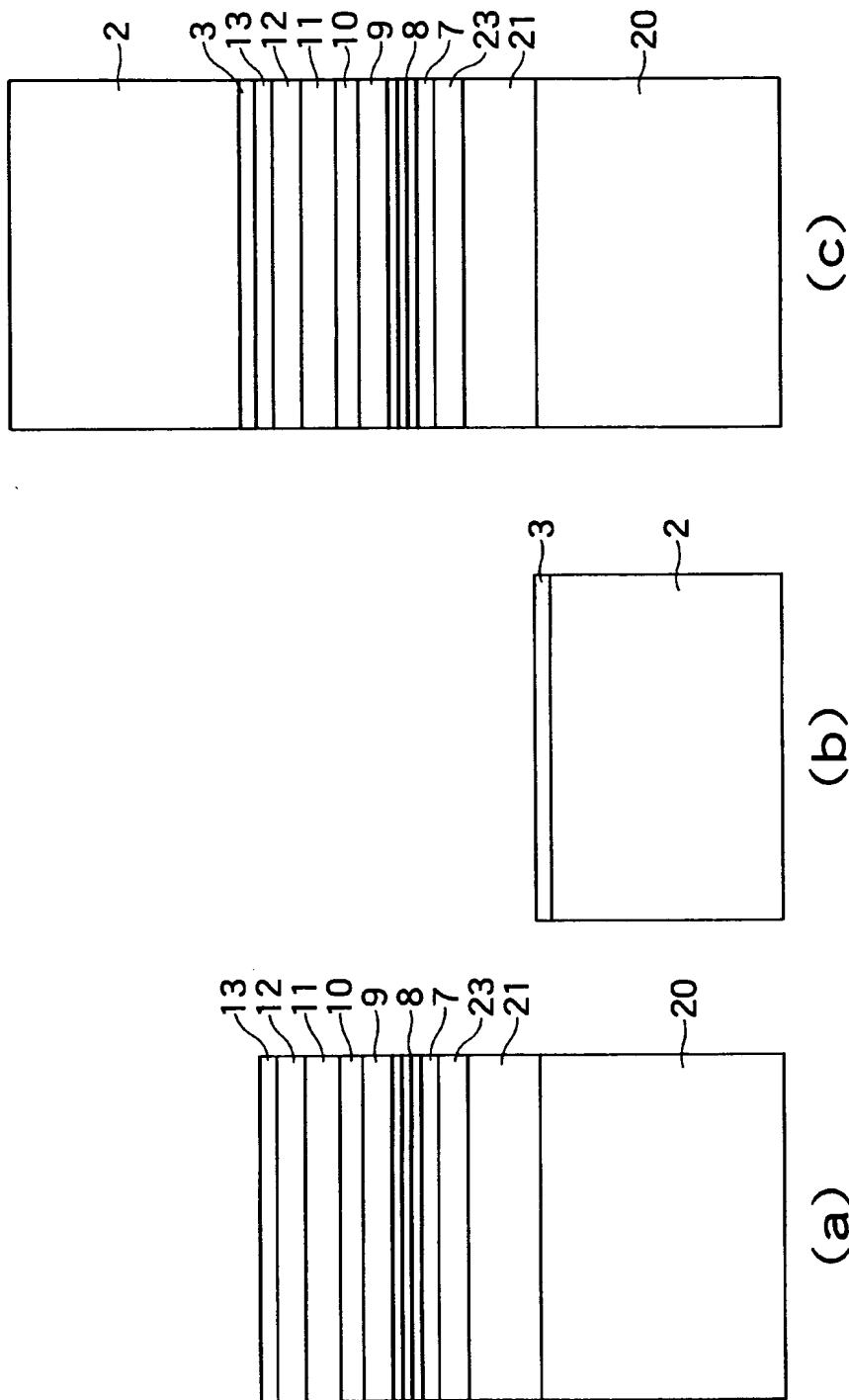


(b)

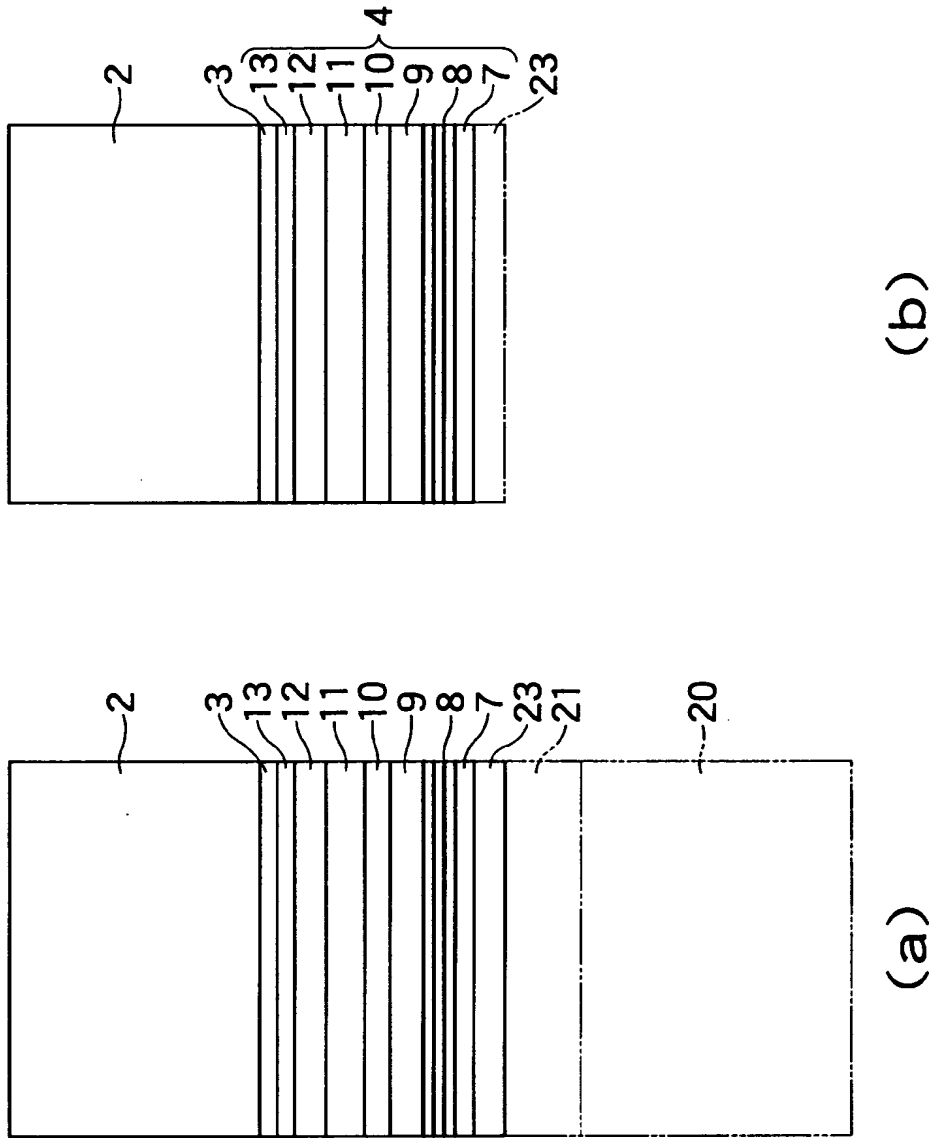
【図 3】



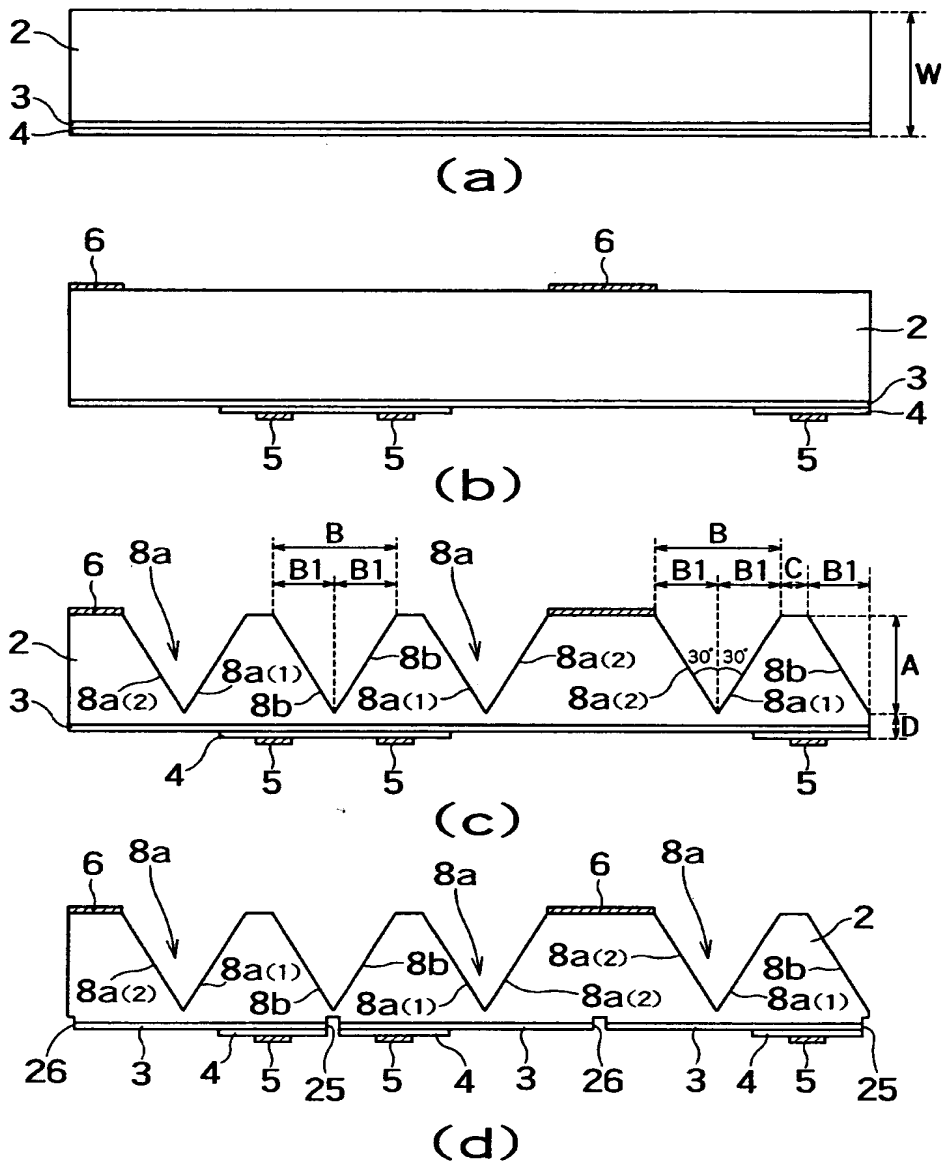
【図 4】



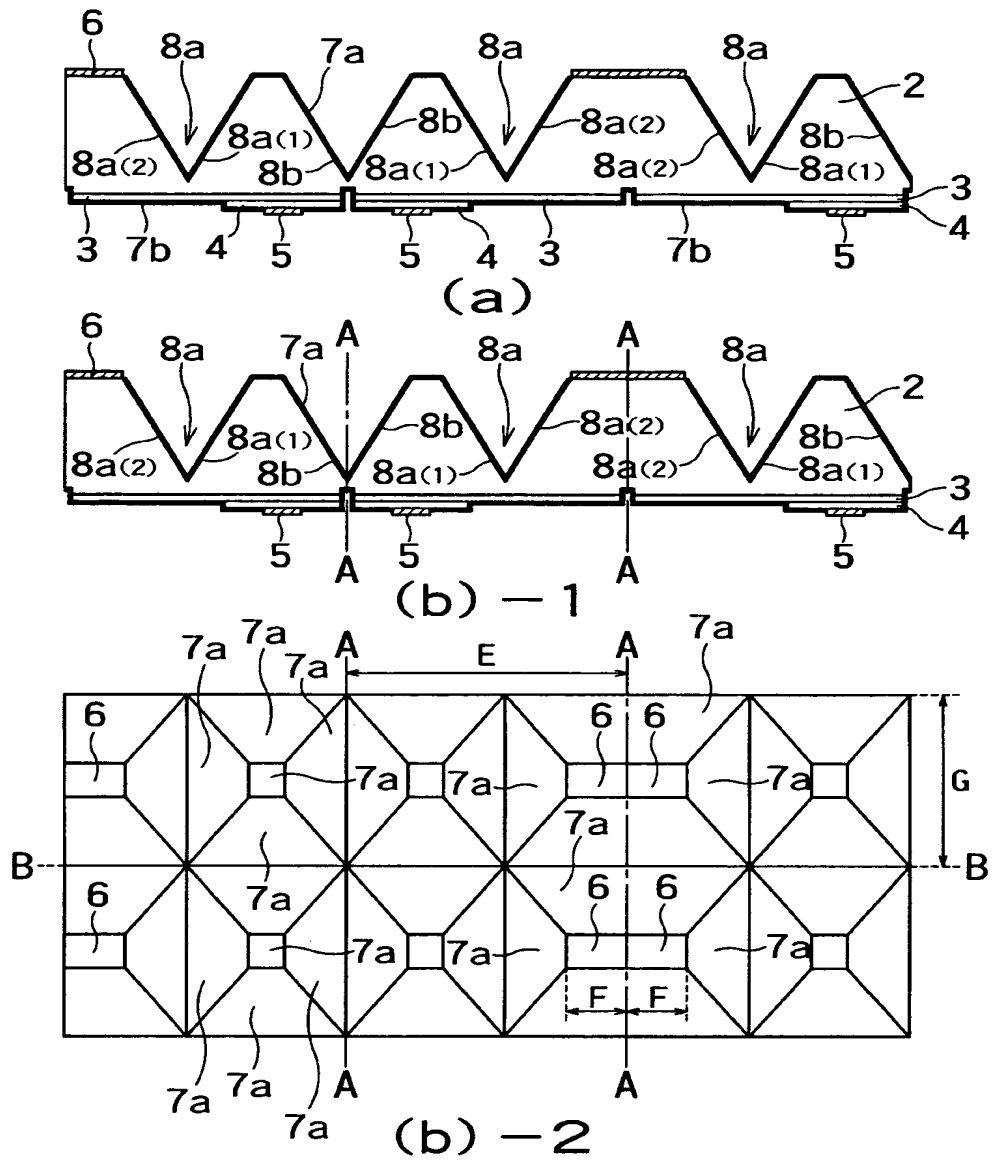
【図 5】



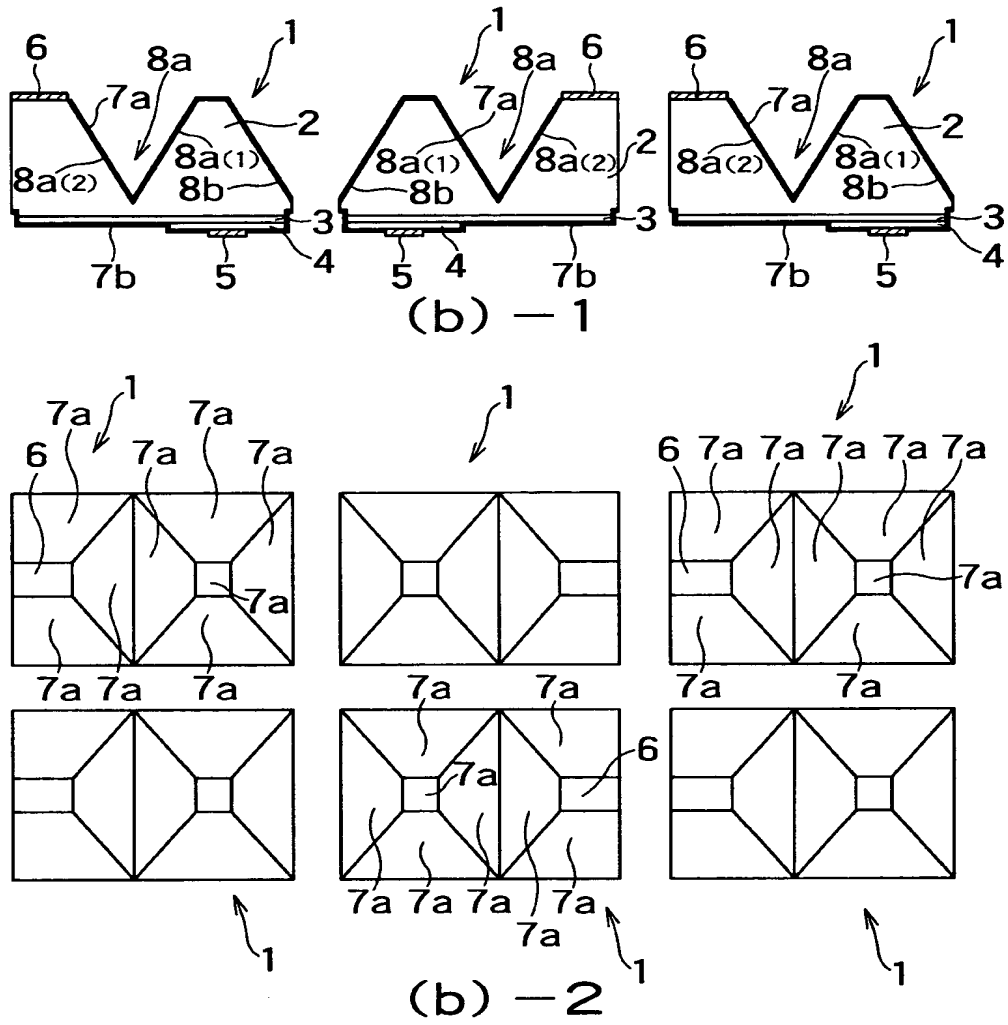
【図 6】



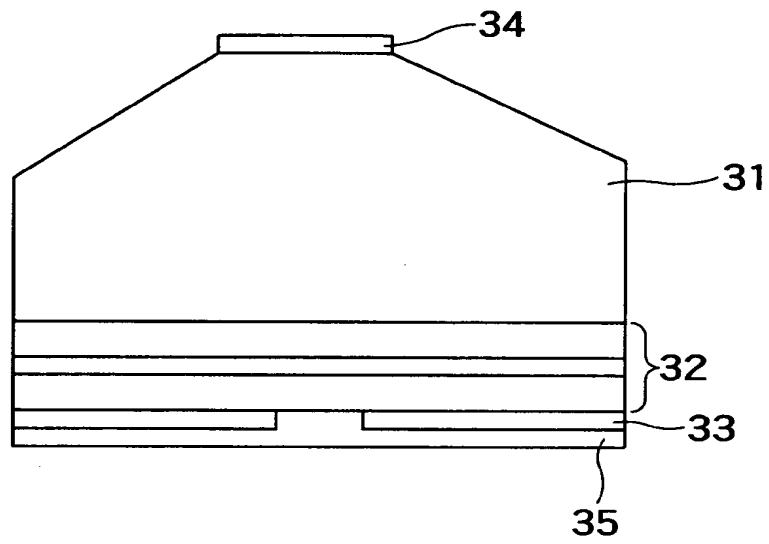
【図 7】



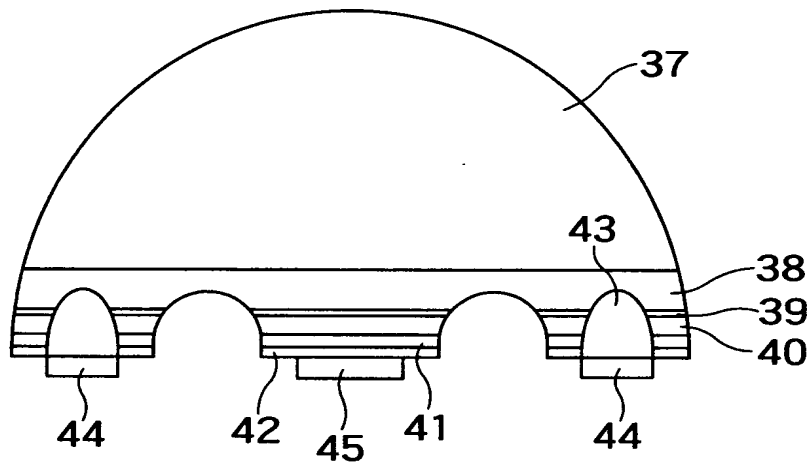
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高効率で発光を取り出すことができるとともに均一に発光可能な半導体発光素子を簡単に製造できるものとして提供する。

【解決手段】 互いに向かい合う第 1 の表面と第 2 の表面を有する導電性透明基板と、前記基板の前記第 1 の表面の一部に設けられた発光層と、前記発光層に設けられた第 1 の電極と、前記基板の前記第 2 の表面に設けられた第 2 の電極であって、前記第 1 の電極と向かい合う位置に対してずらした位置に設けられている第 2 の電極と、前記基板の前記第 2 の表面から前記第 1 の表面に向けて形成された溝であって、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを結ぶ間の位置に設けられた溝と、を備えるものとして半導体発光素子を構成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝